

**Statistische Untersuchungen für Planungsrichtwerte
von Röntgenabteilungen**

Ulrike Gasteiger

1974

Aus der 2. Medizinischen Klinik der Universität München

Direktor : Prof. Dr. med. E. Buchborn

Statistische Untersuchungen für Planungsrichtwerte von
Röntgenabteilungen.



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ulrike Gasteiger

aus Nürnberg

1974



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter : Prof. Dr. K.Kopetz

Mitberichterstatter : Prof. Dr. E.Buchborn

Dekan : Prof. Dr. W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung : 10.12.1974

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 <u>Einleitung</u>	3
2 <u>Die Planung eines Grundlagenforschenden Arbeitsplans</u>	7
2.1 <u>Bestimmung des Forschungsziels und der Fragestellung</u>	3
2.2 <u>Umfeld der Forschungsfrage</u>	4
2.3 <u>Interne Logik des Plans</u>	5
2.3.1 <u>Methodische Ansätze</u>	5
2.3.2 <u>Methodische Ansätze</u>	5
2.3.3 <u>Methodische Ansätze</u>	5
2.4 <u>Bestimmung methodologischer Information</u>	15
2.4.1 <u>Methodologische Information</u>	15
2.4.2 <u>Methodologische Information</u>	15
3 <u>Statistische Methoden als Grundlage für die Planung einer Grundlagenforschenden Arbeit</u>	20
3.1 <u>Die Grundlagenforschende Arbeit der 2. Welt-</u>	20
3.2 <u>Definition der Begriffe</u>	22
3.3 <u>Statistische Methoden</u>	24

Ich möchte mich ganz herzlich bei Herrn Dr.J.Klemm bedanken, der mich bei dieser Arbeit unterstützt hat.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 <u>Einleitung</u>	1
2 <u>Die Planung röntgendiagnostischer Abteilungen</u>	3
2.1 Einordnung der Röntgenabteilung innerhalb der Klinik	3
2.2 Größe der Röntgenabteilung	4
2.3 Interne Organisation	7
2.3.1 Räumliche Anordnung	7
2.3.2 Funktionelle Anordnung	9
2.3.3 Weitere Gesichtspunkte	13
2.4 Übermittlung radiologischer Information	15
2.4.1 Patientenadministration	15
2.4.2 Schreiben des Befundes	16
2.4.3 Archivierung	17
2.5 Aufgabenstellung für die Zukunft	18
3 <u>Statistische Untersuchungen als Grundlage für die Planung einer Röntgendiagnostikabteilung</u>	20
3.1 Die Röntgendiagnostikabteilung der 2. Medizi- nischen Klinik der Universität München	20
3.2 Definition der Begriffe	22
3.3 Eigene statistische Untersuchungen	24

	Seite
3.3.1 Patientenfrequenz	24
3.3.2 Untersuchungsfrequenz	29
3.3.3 Leistungsfrequenz	49
3.3.4 Filmfrequenz	60
4 <u>Zusammenfassung</u>	63
5 <u>Literaturverzeichnis</u>	66
6 <u>Lebenslauf</u>	69

1 Einleitung

In den letzten Jahren ist die medizinische Versorgung der Bevölkerung stark angewachsen und verbessert worden. Der Zuwachs an medizinischen Leistungen ist vor allem darauf zurückzuführen, daß jetzt auch Bevölkerungsschichten ärztlich betreut werden, die früher nur wenig erfaßt wurden. Im Rahmen der gesamten Medizin ist deshalb auch der Bedarf an röntgenologischen Untersuchungen stark angestiegen. Durch die zunehmende Lebensverlängerung ist die Nachfrage nach diagnostischen Röntgenuntersuchungen gestiegen, da bei älteren Bevölkerungsgruppen durchschnittlich mehr röntgendiagnostische Leistungen erbracht werden müssen. Mit vermehrter Verstädterung der Bevölkerung nimmt die Frequenz der röntgendiagnostischen Untersuchungen ebenfalls zu. Außerdem entsteht durch die präventivmedizinische Betreuung ein zusätzlicher Bedarf an Röntgenaufnahmen.

Innerhalb des Krankenhauses hat die Radiologie eine enge Beziehung zu den anderen Disziplinen. Sie sollte deshalb nicht nur die Möglichkeit zur Expansion besitzen, sondern sich auch an Umstrukturierungen der Klinik anpassen können. Da die röntgendiagnostische Abteilung eine der teuersten Abteilungen ist, muß ihre Planung eine Anpassung und Erweiterung ohne größere Umbauten oder Verlegung ermöglichen. Unterricht und Forschung sollten ebenfalls von An-

fang an eingeplant werden.

Obwohl man keine allgemein gültige Formel für die Planung einer Röntgenabteilung geben kann, weil Klinik- und Bevölkerungstruktur sehr verschieden sind, so kann man doch versuchen die Entwicklungstendenzen für die Radiologie vorauszusagen. Gerade in der Radiologie sind Auswertung und Extrapolation der statistischen Daten eine gute Grundlage für die Vorausplanung.

In dieser Arbeit wurde versucht solche statistischen Daten über die 2. Medizinische Klinik der Universität München zu sammeln und diese auf einen Nenner zu bringen, der einen Vergleich mit anderen Kliniken erlaubt. Erst die genaue Kenntnis der aktuellen Situation und deren Vergleich mit früheren Jahren können die Entwicklungstendenzen zeigen.

2 Die Planung röntgendiagnostischer Abteilungen

2. 1 Einordnung der Röntgenabteilung innerhalb der Klinik

Eine Röntgenabteilung muß im Rahmen des Krankenhauses zentral angelegt und verkehrsmäßig gut von allen anderen Disziplinen erreichbar sein. Damit wird sowohl der Transport von stationären Patienten als auch der ärztliche Kontakt erleichtert. Die Kliniken, die die Röntgenabteilung am meisten frequentieren (Innere Medizin, Chirurgie, Orthopädie und Kinderheilkunde) sollten um die Röntgenabteilung gruppiert sein.

Da das Röntgeninstitut im Schnittpunkt des stationären und ambulanten Verkehrs liegt, ist neben der zentralen Lage, möglichst im Erdgeschoß, auch der Zugang vom Haupteingang unerläßlich. Auf diese Weise wird eine schnelle Versorgung der Unfallpatienten und ein reibungsloser Ablauf des ambulanten Patientenverkehrs gewährleistet. Außerdem ist eine direkte Verbindung zur Operationsabteilung und zur Intensivstation erstrebenswert. Man sollte auch versuchen getrennte Eingänge für Ambulanz- und Unfallpatienten herzustellen und, soweit es möglich ist, stationäre und ambulante Patientenwege zu trennen.

2. 2 Größe der Röntgenabteilung

Es ist sicher nicht möglich allgemein gültige Angaben über die Größenberechnung von Röntgenabteilungen zu machen. Während auf einer Station die Patientenzahl durch die Anzahl der Betten festgelegt ist, kann man die Kapazität einer Röntgenabteilung nicht direkt von der Zahl der Röntgenräume ablesen. Außerdem benötigen Universitätskrankenhäuser gegenüber allgemeinen Krankenhäusern für den Unterricht größere Räume und zusätzliche Nebenräume.

Die Zahl der zu erwartenden Röntgenleistungen ist ein Richtwert für die Größe der Röntgenabteilung. Man kann aber auch eine überschlagsmäßige Beziehung zwischen Größe der Röntgenabteilung und Bettenzahl herstellen. Es werden hier für je 100 Betten 1,2 Röntgendiagnostikräume für ein allgemeines Krankenhaus bzw. 2,4 Röntgenräume für eine Universitätsklinik angegeben (1). Bei solch einer Berechnung der Zahl der Röntgenräume nach der Bettenzahl darf man nicht vergessen, daß hierbei die Schwankungen des Ambulanzanteiles, der zwischen 30-50% der Gesamtuntersuchungen liegt, nicht berücksichtigt sind. Beim Extremfall, den reinen Polikliniken, kann man sich selbstverständlich nicht mehr auf die Bettenzahl beziehen.

Neben der Anzahl der Untersuchungsräume spielt auch die

Raumgröße für die Aufnahmefrequenz eine Rolle. Man kann vier Gruppen von Röntgenräumen unterscheiden:

1. für den Zielbetrieb (Durchleuchtung und Aufnahme)
2. für Durchleuchtung allein
3. für Aufnahme allein
4. für Spezialuntersuchungen

Während 1966 noch

24 qm für einen Durchleuchtungsraum

20 qm für einen Aufnahmeraum und

25 qm für Spezialuntersuchungen angegeben wurde (9), liegen die Richtwerte heute übereinstimmend höher. Es werden als Nutzflächen angegeben (1) :

35 qm für Durchleuchtungsraum

30 qm für Aufnahmeraum und bis zu

47 qm für Spezialaufnahmen, wie z.B. Angiokardiographie.

Der größere Raumbedarf bei den Spezialdiagnostikräumen entsteht durch ihre spezielle Ausrüstung und Aufgabenstellung. Oft sind bei diesen komplizierten Untersuchungen bis zu 6 Personen anwesend. Zu den Untersuchungsräumen kommen noch die Filmverarbeitungs-, Schalt-, Warte- und Nebenräume, die Verkehrsflächen und der Anteil für Baukonstruktionen. Je nach Art des Röntgenraumes kommen Umkleidekabinen, Vorbereitungsräume, Brei-WC, Breiküche usw. dazu. Die so erweiterte Bruttofläche eines Röntgenraumes liegt bei 145-200 qm , durchschnittlich bei 160 qm (1). G.Copestake gibt eine überschlagsmäßige Formel zur Berechnung desjeni-

gen Bruttoraumes an, der in jedem beliebigen Jahr benötigt wird (5) :

$$\text{Bruttofläche} = A : 7000 \cdot B \cdot 7 = A : 3,5$$

A = Untersuchungszahl pro Jahr

B = durchschnittliche Nettofläche eines Röntgenraumes
= 350 square feet, = 32,5 qm

Einige Autoren (4) geben für den Flächenbedarf einer Röntgendiagnostikabteilung die einfache Formel an: 1qm je Bett. Das ist auf ein allgemeines Krankenhaus bezogen, ohne Berücksichtigung der Personalräume. Mir erscheint diese Art der Flächenberechnung nach der Bettenzahl allein zu vereinfacht, da hierbei weder Ambulanzfrequenz noch Untersuchungszahlen Einfluß auf die Größe der Röntgenabteilung haben.

Die Röntgendiagnostikabteilungen von Fachkliniken haben eine besondere Aufgabenstellung und deshalb auch einen größeren Bedarf an Fläche für Spezialuntersuchungen. Die erforderliche Zahl von Röntgenräumen wird hier nicht nur von der Zahl der Röntgenleistungen, sondern auch von deren durchschnittlicher Dauer bestimmt, die in der Regel erheblich über der normalen Routineuntersuchung liegt.

Für den Bestrahlungsraum einer Strahlentherapieabteilung werden als Bruttoraum 152-367 qm und als Nettofläche 28-51 qm angegeben. Für den Patientenmeßraum einer Nukle-

ardiagnostikabteilung muß der Bruttoreaum von 170-210qm und die Nettofläche von 22,0-25,5 qm berechnet werden (11)

2. 3 Interne Organisation

2.3.1 Räumliche Anordnung

A Die Linearlösung

Die lineare Anordnung der Röntgenräume ergibt sich zwangsläufig wenn die Röntgenabteilung in einem vorhandenen Bettenhaus von der Tiefe 13-16 m untergebracht werden soll. Zwei Raumreihen werden durch einen Flur getrennt, der von Patienten und Personal benützt wird. Auf der einen Seite liegen meistens die Röntgen- und Dunkelräume, auf der anderen Warte- und Personalräume. Die Erweiterung solch einer Röntgenabteilung kann durch einfache Anreihung erfolgen, wobei sich allerdings die Wege erheblich verlängern. Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, daß alle Räume natürlich belüftet werden können und Tageslicht haben. Nachteile sind die langen Wege und die gemeinsame Benützung des Flures von Patienten und Personal. Im ganzen gesehen ist die Linearlösung für den organisatorischen Ablauf eines Röntgeninstitutes nicht ideal.

Das Doppelkorridorsystem ist schon der Übergang zur Flächenlösung und bietet bereits entscheidende Vorteile ge-

genüber der Linearlösung. Es bestehen hier zwei zu einander parallele Gänge, die eine Reihe von Röntgen- und Schalträumen zwischen sich fassen. Außen liegen auf der einen Seite die Warteräume, auf der anderen Dunkelkammer, Befundungs-, Arzt- und Personalzimmer. Dieses System ist schon ab einer Bautiefe von 20 m durchführbar und bietet den Vorteil der Trennung von Patienten- und Personalwegen. Es bleiben jedoch verhältnismäßig lange Wegverbindungen bestehen.

B Die Flächenlösung

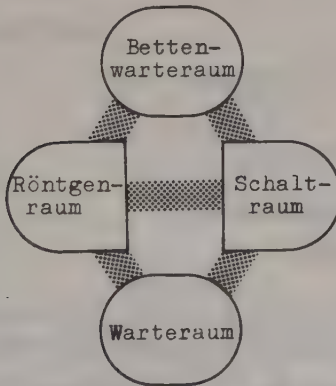
Die Flächenlösung ist an bestimmte bauliche Voraussetzungen gebunden und kann nicht in einem normalen Bettenhaus untergebracht werden. Wenn alle Räume der Röntgenabteilung kreisförmig angeordnet werden, entstehen die kürzesten Personalwege. Das Zentrum bildet die Dunkelkammer, um die konzentrisch Personalflur, Schalt- und Röntgenräume, Kabinen und Warteräume angeordnet sind. Realisiert wird die Flächenlösung meist als Rechteck, was aber gegenüber dem Kreis keine Nachteile bringt. Bei dieser Anordnung der Röntgenräume muß man unbedingt Erweiterungsmöglichkeiten von Anfang an einplanen, da es sehr schwierig ist einen in sich geschlossenen Kreis zu erweitern. Die Vorteile bei diesem System sind die kurzen Personalwege und die Trennung von Patienten- und Personalverkehr. Nachteilig wirkt sich aus, daß alle zentral gelegenen Räume künstlich be-

leuchtet und mit einer guten Klimaanlage ausgestattet sein müssen. Der Flächenbedarf ist insgesamt etwas höher als bei der Linearlösung (2).

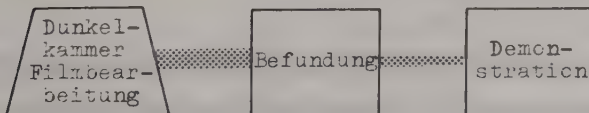
2.3.2 Funktionelle Anordnung

Die Röntgendiagnostikabteilung gliedert sich in vier Raumgruppen (4) :

1. Raumgruppe für die Röntgenuntersuchung:



2. Raumgruppe für die Filmbearbeitung:



3. Raumgruppe für die Verwaltung:



Direkte Verbindung zwischen den Räumen erforderlich



Die Räume müssen nicht in unmittelbarer Nähe liegen

4. Gruppe der Personalräume:

Arzträume

MTA- und Nachtdienststräume

WC-Gruppe und Bad

Die vierte Gruppe muß in diesem Zusammenhang nicht unbedingt betrachtet werden, da die Personalräume der Funktion nach nicht in enger räumlicher Verbindung mit den oben genannten Arbeitsräumen stehen müssen. Sie sollten lediglich gut erreichbar sein.

Selbstverständlich wird sich aus der verschiedenen Zahl der Röntgenräume eine unterschiedliche funktionsgerechte

Anordnung ergeben. Je nach Größe der Röntgenabteilung wird man eine oder mehrere Dunkelkammern planen müssen.

A Eine zentrale Dunkelkammer

Abb.1 zeigt schematisch die funktionelle Anordnung einer Röntgenabteilung mit zentraler Dunkelkammer für die Grundeinheit eines Röntgenraumes mit zugehörigem Wart- und Schaltraum. An die zentrale Dunkelkammer können mehrere solcher Grundelemente angeschlossen werden. Die optimale Größe einer Röntgenabteilung mit einer Dunkelkammer liegt bei 6-8 Röntgenräumen.

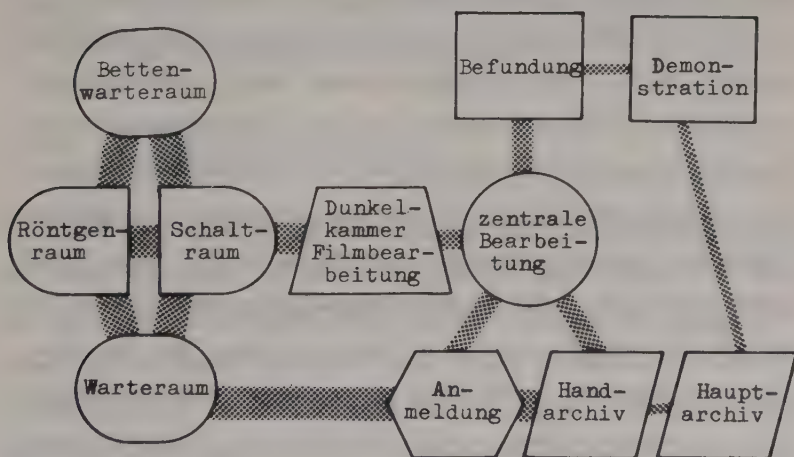


Abb.1 Funktionelle Anordnung einer Röntgenabteilung mit zentraler Dunkelkammer

Für eine solche Zentralisation sprechen vor allem die bessere Ausnutzung der Anlagen und die wirtschaftlichere Instandhaltung, die einheitliche Interpretation der Befunde und die methodische Auswertung für die wissenschaftliche Bearbeitung.

B Dezentralisiertes Anlagesystem

Große Krankenhäuser, vor allem Universitätskliniken, benötigen zum Teil wesentlich mehr Röntgenräume als in einem Kreissystem unterzubringen sind. Die Forderung nach kurzen Wegen bewirkt deshalb in solchen Fällen die Planung von mehreren Dunkelkammern, um die sich Röntgen-, Schalt- und Warteräume als in sich geschlossene Abteilungen gruppieren. Diese Gruppen liegen zwar räumlich noch beieinander, können aber auf spezielle Anforderungen besonders zugeschnitten werden. Auswertung, Administration usw. bleiben natürlich zentral und erfordern eine gewisse räumliche Nähe der einzelnen Abteilungen. Bei einer Röntgenabteilung mit zwei Dunkelkammern liegt das Optimum der Wirtschaftlichkeit bei 12-16 Röntgenräumen. Bei der Anlage von mehreren Dunkelkammern sollte jedoch sehr sorgfältig erwogen werden, ob die Vorteile der Wegverkürzung nicht durch einen vermehrten Personalbedarf in den Dunkelkammern wieder aufgehoben werden. (Es ist keine kontinuierliche Auslastung mehr möglich.)

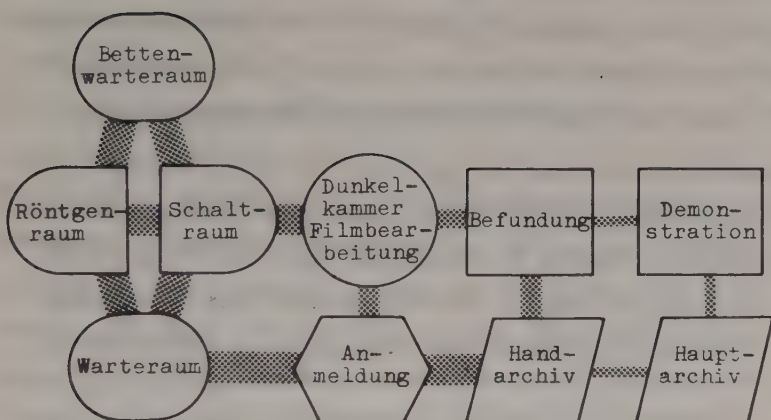


Abb.2 Funktionelle Anordnung einer großen Röntgenabteilung mit zentraler Bearbeitung

2.3.3 Weitere Gesichtspunkte

Bei der Raumaufteilung wird deshalb so viel Wert auf kurze Wege für Arzt und Personal gelegt, weil sich diese Wege dauernd wiederholen. Wird nämlich ein Arbeitsgang nur zweimal am Tag ausgeführt, dann macht es keinen Unterschied ob der dazu benötigte Weg 1m oder 5m beträgt. Wiederholt sich derselbe Arbeitsgang aber 60 mal in der Stunde, dann ist es von großer Bedeutung wie lang der Weg ist. Durch geschickte Anordnung aller Räume entsprechend ihrem organisatorischen Zusammenhang und maximaler Verkürzung

der Wege läßt sich eine entscheidende Steigerung der Kapazität einer Röntgenabteilung erreichen. Die Routineuntersuchungen werden am besten in einem Trakt zusammengefaßt, dem die Wartezone vorgelagert ist. Die ausgesprochenen Spezialröntgenräume mit geringer Patientenfrequenz können weniger verkehrsgünstig dem stationären Patientenbereich zugeordnet liegen. Die Beziehung zwischen Röntgen- und Schaltraum einerseits und Dunkelkammer und Betriebskern andererseits beeinflußt die Wegzeiten am deutlichsten.

Neben den Wegzeiten und den reinen Untersuchungszeiten spielen auch die Zeiten für Patientenbetreuung, Gerätevorbereitung, Patientenlagerung, Geräteeinstellung, Schreib- und Befundungsarbeiten eine erhebliche Rolle. Bei Universitätskliniken kommen außerdem noch die Zeitaufwendungen für Forschung und Lehre hinzu. K.T.Dockray (6) gibt 38 min als durchschnittliche Zeit an, die ein Patient in der Röntgenabteilung verbringt. Davon sind 18 min. als reine Untersuchungszeit einschließlich der Entwicklung der Filme anzusetzen. Es ergeben sich also 20 min. Verlust durch Anmeldung und Warten. Auch wenn man genau diese Zeiten nicht auf andere Krankenhäuser übertragen kann, weil die Art der Patienten und der ausführbaren Untersuchungen zu verschiedenen sind, kann man doch feststellen, daß etwa die Hälfte der Zeit, die sich ein Patient im Röntgeninstitut aufhält, mit Administration ausgefüllt ist. Durch Rationalisierung

dieses Abschnittes kann sicherlich eine entscheidende Kapazitätssteigerung erzielt werden.

2.4 Übermittlung radiologischer Information

Um die Arbeitseffektivität des Radiologen zu erhöhen, muß die Zeit, die er für administrative Tätigkeiten aufwendet, auf ein Minimum verkürzt werden. Er sollte deshalb die technischen Möglichkeiten der modernen Kommunikationssysteme voll ausnützen. Fachliche Information innerhalb eines röntgendiagnostischen Instituts, die dem Patienten unmittelbar zugute kommt, hängt davon ab wie rationell die Patientendaten gestaltet sind. Die Information, die der Radiologe im Unterricht weitervermittelt, kommt dem zukünftigen Patienten zugute. In einem Krankenhaus erfordert die Durchführung einer Röntgenuntersuchung mindestens 12 verschiedene Arbeitsgänge; Interpretation und Beurteilung 9 zusätzliche Arbeitsgänge (7). Und bei jedem dieser Arbeitsgänge müssen die Angehörigen des Institutes untereinander in Verbindung stehen.

2.4.1 Patientenadministration

Die Zeitplanung in einer Röntgenabteilung ist außerordentlich wichtig, obwohl immer ein unvorhersehbarer Teil von Notfällen auftreten wird. Eine genaue Zeiteinteilung er-

möglichst eine bessere Verteilung der Arbeitskapazität im Institut, wirksameren Gebrauch des Transportpersonals und bessere Instruktionen an die Klinikabteilungen. Die effektivste Art einer Zeiteinteilung ist der Gebrauch eines Computers. Bei vorangemeldeten Patienten können früher angefertigte Röntgenbilder und Befunde entnommen und die festgesetzte Zeit gemeldet werden. Zur Übermittlung kurzer handgeschriebener Mitteilungen innerhalb des Röntgeninstitutes oder von Röntgeninstitut zu einer Krankenabteilung, z.B. ein vorläufiger Befund an die Notfallstation, eignet sich ein Elektroschreiber. Er hat den Vorteil der permanenten Registrierung an der Empfangsstation und muß nicht ständig bedient werden, wie das bei mündlicher Kommunikation der Fall wäre.

2.4.2 Schreiben des Befundes

Da zum Teil 20-25% der Befunde negativ ausfallen und deshalb leicht standartisierbar sind, wird durch die Anwendung einer automatischen Schreibmaschine ein beträchtlicher Zeitgewinn erreicht (7). Auch vom Computer kann man mittels einer Kodenummer standartisierte Befunde abrufen. Der Computer ist ohnehin die wirksamste Methode alle Befunde zu archivieren, alte Befunde wieder hervorzubringen und die neuen Befunde dem zuweisenden Arzt zu übermitteln. Es besteht die Möglichkeit entweder den ganzen Befund ein-

zugeben oder die Information in einer Art zu kodieren, die die Eingabe vereinfacht. An der Universitätsklinik von Michigan hat Dr.J.Thornbury radiologische Befunde auf die signifikante Information hin untersucht. Er versuchte alles Unnötige zu eliminieren und zeigte, daß etwa 2/3 der Worte irrelevant sind.

2.4.3 Archivierung

Die Archivierung der Filme wird heute fast ausschließlich manuell von administrativem Personal besorgt. Es wäre sehr erstrebenswert, wenn in Zukunft eine kurze Krankengeschichte mit den Röntgenbildern zusammen eingeordnet werden könnte. Die Kleinbildarchivierung ermöglicht durch Raumeinsparung solch eine Zusammenfassung. In letzter Zeit ist ein automatisiertes Archivsystem entwickelt worden, dessen Arbeitskapazität entscheidende Verbesserungen bringt. Nummer, Datum und andere Informationen sind auf einem magnetischen Band, das auf die Couverthülle angebracht ist, festgehalten. Diese Daten werden dann von einem elektronischen Archivsystem gelesen (7). In Zukunft besteht die Möglichkeit, daß Röntgenbilder nicht mehr als Filme, sondern auf Videoband oder Videoscheiben aufbewahrt werden. Der Nachteil liegt in der vorerst noch schlechteren Bildqualität, den hohen Kosten der Installation und dem Risiko des Verlustes durch technische Pannen. Man schätzt, daß ein 900m langes

Band von Videotape die Bilder von 70 Scheiben festhalten kann, wobei jede Scheibe 1600 Röntgenbilder zu speichern vermag (7). Die Röntgenbilder werden durch eine Fernsehkamera aufgenommen und auf einen Videodisc-Speicher übertragen. Von hier können sie auf Videotape übertragen und aufbewahrt werden. Um ein Röntgenbild wieder zu reproduzieren, wird das gewünschte Bild mit Hilfe eines Indexsystemes auf dem Videoband lokalisiert und dann auf Videodisk zurückübertragen.

2. 5 Aufgabenstellung für die Zukunft

Die rasche technologische Entwicklung der Untersuchungsgeräte und die Einführung neuer Untersuchungsmethoden haben den Bereich der Röntgendiagnostik stark erweitert. Früher erstellte der Radiologe relativ einfache, rasch erledigte Abklärungen und beurteilte sie zusammen mit Untersuchungen, die von technischem Hilfspersonal durchgeführt wurden. Heute wird ein immer größerer Teil seiner Arbeitszeit durch lange dauernde und komplizierte Untersuchungen in Anspruch genommen, bei denen er unentbehrlich ist. Man hat festgestellt, daß gerade diese Spezialuntersuchungen am stärksten ansteigen. Sie stellen nur ungefähr 3-7% der Zahl der Gesamtuntersuchungen dar und haben nur einen geringen Einfluß auf die Statistiken des Filmverbrauches. Dennoch beanspruchen sie bis zu 25% der Zeit des Radiolo-

gen (12). In kleineren Krankenhäusern stieg die Arbeitstätigkeit um 7,5% pro Jahr, während die Leistungen in Universitätskliniken stärker zunehmen, etwa um 10% (5). Eines der großen medizinischen Zentren gibt eine Zunahme von 14% für die jährlichen Untersuchungszahlen an und berechnet wegen der Kompliziertheit der Spezialuntersuchungen eine jährliche Zunahme der Arbeitstätigkeit von 40% (7).

Dauer und Raumbedarf der heutigen Untersuchungen zeigen einen größeren Zuwachs als die Zahl der Untersuchungen. Es ist schwierig genaue Zahlen anzugeben, aber eine Klinik gibt eine 8 prozentige zahlenmäßige Zunahme und eine 12 prozentigen Zeitzuwachs für jede Untersuchung an (5). Außer dem Zuwachs an Zahl und Dauer ist der Raumbedarf ebenfalls unverhältnismäßig stark gestiegen. Es werden immer mehr bewegliche Geräte und größere Bewegungsfreiheit um die Tische herum benötigt. Da Spezialarbeitsplätze selten in dem Maße wie universelle Einrichtungen ausgelastet werden können, ergibt sich auch hieraus ein größerer Raumbedarf. Man wird ebenso größere Schalträume und Aufbewahrungsräume für Filme und Geräte brauchen.

Auf dem Gebiet der eigentlichen Untersuchungstechnik werden sich verschiedene Methoden der heutigen diagnostischen Radiologie beträchtlich ändern. Die Angiographie mit der notwendigen Selektivität gibt wichtige Information für

immer zahlreichere Gefäßgebiete. Neue Kontrastmittel, die funktionelle Veränderungen in verschiedenen Organen darstellen können, müssen entwickelt werden. Die Injektion von Kontrastmittel beispielsweise in eine Arterie bewirkt Veränderungen der Durchblutung, der Viskosität, der Osmolarität und des Druckes. Neue Kontrastmittel sind somit notwendig, um einwandfreie Beobachtungen zu ermöglichen.

3 Statistische Untersuchungen als Grundlage für die Planung einer Röntgendiagnostikabteilung

3. 1 Die Röntgendiagnostikabteilung der 2. Medizinischen Klinik der Universität München

Die 2. Medizinische Klinik der Universität München ist eine Fachklinik für Innere Medizin mit 229 Betten. Spezialgebiete sind Kardiologie, Gastro-Enterologie, Pulmonologie, Endokrinologie, sowie internistische Neurologie. Die Klinik hat eine eigene Röntgendiagnostikabteilung, die 10 Räume mit insgesamt 192 qm umfaßt. Die Untersuchung der stationären Patienten nimmt etwa 85% der gesamten Untersuchungen der Röntgenabteilung ein. Außerdem wird ein ständig steigender Prozentsatz an ambulanten Untersuchungen durchgeführt, der zur Zeit den Wert 13% erreicht hat. Etwa 2% der Untersuchungen entfallen auf Begutachtungsfälle. Die Röntgenabteilung beschäftigt folgendes Personal:

- 1 Oberarzt
- 4 wissenschaftliche Assistenten
- 3 MTA
- 2 Funktionsschwestern
- 3 Sekretärinnen
- 2 MTA-Schülerinnen

Laut Leistungsschlüssel der deutschen Röntgengesellschaft liegt der Personalbedarf der Röntgenabteilung der 2. Medizinischen Klinik höher (1). Es wird

- 1 Assistenzarzt je 1500 Leistungen / Monat
- 1 Arzt in Ausbildung je 2 Assistenzärzte und
- 1 nicht ärztliche Kraft je 500 Leistungen / Monat

angestrebt. Das ergibt auf die Röntgenabteilung der 2. Medizinischen Klinik umgerechnet :

- 5 Assistenzärzte
- 2-3 Ärzte in Ausbildung und
- 15-16 nicht ärztliche Kräfte.

Die technische Ausstattung der Abteilung besteht aus:

- 3 Buckytischen
- 2 Rasterwandstative
- 1 Arbeitsplatz für Extremitätenangiographie
- 1 Arbeitsplatz für Schädelangiographie in 2 Ebenen mit Blattfilmwechsler
- 1 Arbeitsplatz für Angiographie des Körperstammes mit Blattfilmwechsler und Bildverstärker-Fernsehkette
- 1 Kymograph

1 Universalpolytom

1 Funktionsgerät mit zusätzlicher Obertischröhre, Bildverstärker-Fernsehkette und Magnetbandaufzeichnung.

Die Aufnahmeplätze werden mit vier Sechsventilapparaten betrieben. Zu 60% haben die Geräte eine Belichtungsautomatik. Für die Filmentwicklung stehen zwei Rollenmaschinen zur Verfügung. Die Filmverarbeitungszeit dieser Maschinen beträgt 90 sec. und 3,5 min.

3. 2 Definition der Begriffe

Bevor ich meine eigenen statistischen Untersuchungen näher ausführe, möchte ich die wichtigsten Begriffe definieren (10) :

Röntgenuntersuchung

Je nach untersuchtem Organ und Untersuchungsmethode umfaßt eine Untersuchung mehrere Leistungen (durchschnittlich 4 Leistungen pro Untersuchung).

Patientenzahl

Jeder Patient zählt einmal bei jeder Neuaufnahme im Krankenhaus, stationär oder ambulant.

Röntgenleistung

Zu einer Einzelleistung rechnet man jede Aufnahme und jede einzelne Durchleuchtung in der Röntgendiagnostik. Es ist hier eine Sachleistung und keine ärztliche Leistung gemeint. Die Zahl der Leistungen ist ein wichtiges Maß für die Größenplanung einer Röntgenabteilung.

Röntgenfilm

Ein einziger Röntgenfilm enthält unter Umständen bei Unterteilung in Ziel- oder Schichtbetrieb mehrere Aufnahmen, bzw. Leistungen.

Arbeitszeit

1 Jahr wird mit 240 Arbeitstagen, 1 Monat mit 20 Arbeitstagen berechnet.

3. 3 Eigene statistische Untersuchungen

In den folgenden Kapiteln werden eigene statistische Untersuchungen der Jahre 1971 und 1972 erläutert, die aus den Unterlagen der 2. Medizinischen Klinik der Universität München entstanden sind. Ähnliche Untersuchungen wurden bereits für die Jahrgänge 1964-69 durchgeführt (8,13). Sie sollen die Grundlage für die Planung von Röntgenabteilungen darstellen, die speziell auf den Arbeitsanfall dieser und ähnlich strukturierter Kliniken zugeschnitten sind. Wie schon in vorangehenden Abschnitten erwähnt wurde, läßt sich für die Planung von Röntgenabteilungen kein allgemein gültiger Richtwert angeben. Es wäre deshalb wichtig für verschiedene Krankenhaustypen solche statistischen Untersuchungen durchzuführen, um Vergleichsmöglichkeiten zu haben.

3.3.1 Patientenfrequenz

Die Zahl der Patienten stieg von 1964-1967 gleichmäßig um durchschnittlich 9,14% pro Jahr an. Das stimmt recht gut mit C.E. Westmans Angaben von 8% jährlichem Anstieg überein (14). Die Zahl der Untersuchungen steigt in diesem Zeitraum ebenfalls konstant an.

Von 1967-72 ist die Gesamtzahl der Patienten etwa konstant, während die Zahl der Untersuchungen weiter steigt.

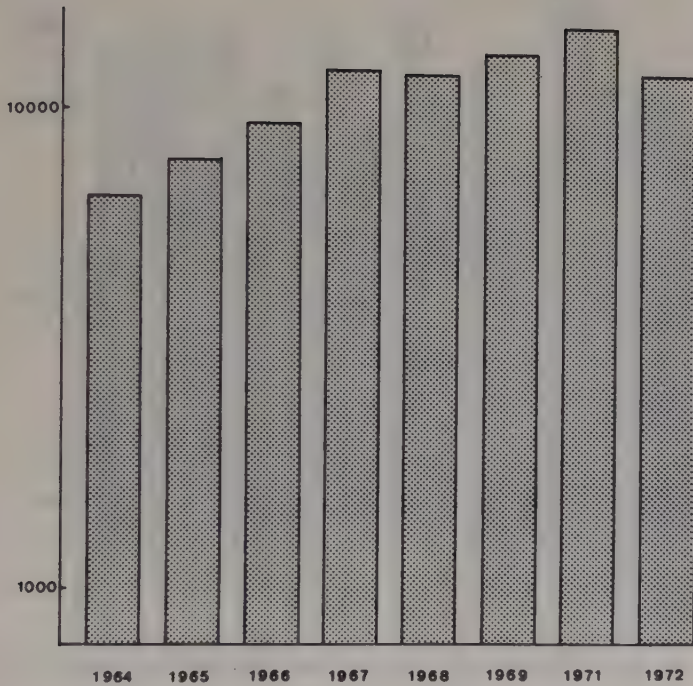


Abb.3 : Die jährlichen Patientenzahlen

Das bedeutet, daß mehr Untersuchungen pro Röntgenpatient ausgeführt werden. Die Gesamtzahl der Patienten umfaßt stationäre, ambulante und Chefpatienten, sowie Gutachtersfälle. Deshalb macht sich auch eine geringere Ambulanzfrequenz 1972 als deutlicher Abfall der gesamten Patientenzahl bemerkbar.

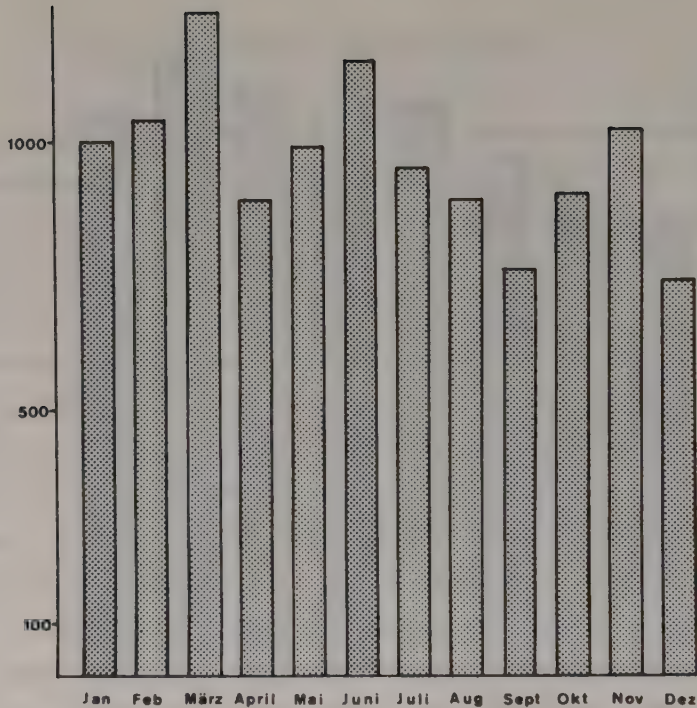


Abb.4a: Die monatlichen Patientenzahlen 1971

Die monatliche Verteilung der Patientenzahlen ist interessant um etwa die günstigste Zeit für Personalurlaub oder Umbauarbeiten zu wählen. Übereinstimmend zeigen sich nur im Dezember und September geringere Werte. Das ist im Dezember sicher durch die Weihnachtsfeiertage und im September durch die Urlaubszeit bedingt. Je nach Lage von Ostern und Pfingsten kann man auch im April und Mai bzw.

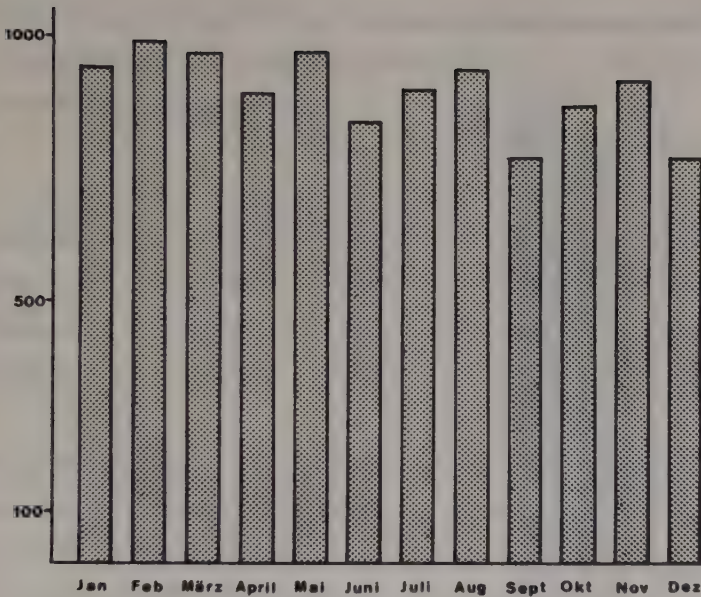


Abb.4b: Die monatlichen Patientenzahlen 1972

Juni ein Absinken der Patientenzahlen feststellen. Ansonsten ist die monatliche Verteilung der Patientenzahlen ziemlich konstant.

Patientenstatus

Die einzelnen Patientengruppen, nämlich die stationären und ambulanten Patienten, die Chefpatienten und die Gutachtensfälle, haben einen unterschiedlich großen Anteil

an den Gesamtuntersuchungen.

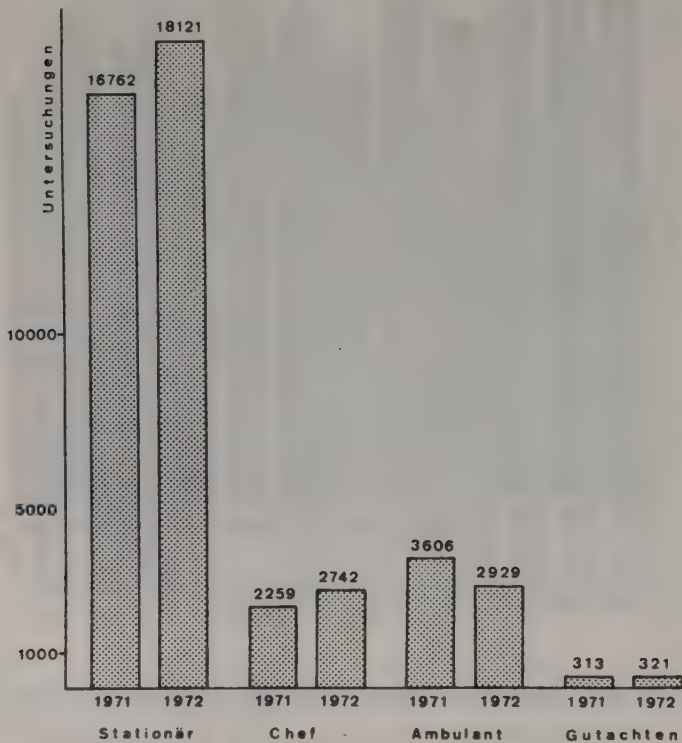


Abb.5 : Die Untersuchungszahlen für die einzelnen Patientengruppen

Es ist klar ersichtlich, daß die Untersuchungen von stationären Patienten mit 73,1% (1971) bzw. 74,9% (1972) den weitaus größten Anteil darstellen. Solche Überlegungen spielen bei der Planung einer Röntgenabteilung z.B.

für Anzahl, Art und Anlage der Warteräume eine große Rolle. Der Anteil der einzelnen Patientengruppen an den Gesamtuntersuchungen betrug :

	1971		1971	
stationär	73,1%	16762	74,9%	18121
Chef	9,9%	2259	11,4%	2742
ambulant	15,8%	3606	12,3%	2929
Gutachten	1,2%	313	1,4%	321

Die Untersuchungen für Chefpatienten stiegen um 21% an. Auch die Gutachtensfälle hatten einen geringen Anstieg von 2,5% zu verzeichnen.

Nur bei den ambulanten Patienten wurden 1972 weniger Untersuchungen durchgeführt als 1971. Dieser Rückgang hat seine Ursache in einer Änderung der Personalstruktur der Klinik. Da 1972 zwei Oberärzte, die bisher die Ambulanz betreut hatten, die Klinik verließen, sank die Ambulanzfrequenz ab.

3.3.2 Untersuchungsfrequenz

A Anzahl der Untersuchungen

Die Zahl der Untersuchungen, die durchgeführt werden können, spiegelt die Kapazität einer Röntgenabteilung wieder.

Um für einen bestimmten Zeitpunkt die notwendige Größe einer Röntgenabteilung vorauszusagen, ist es wichtig die jährliche Steigerungsrate für die Untersuchungszahlen zu kennen. Man kann mit einem jährlichen Anstieg der Untersuchungszahlen von etwa 8% rechnen (3). In der 2. Medizinischen Klinik findet man von 1964-67 einen Gesamtanstieg von 31% und eine durchschnittliche jährliche Steigerung

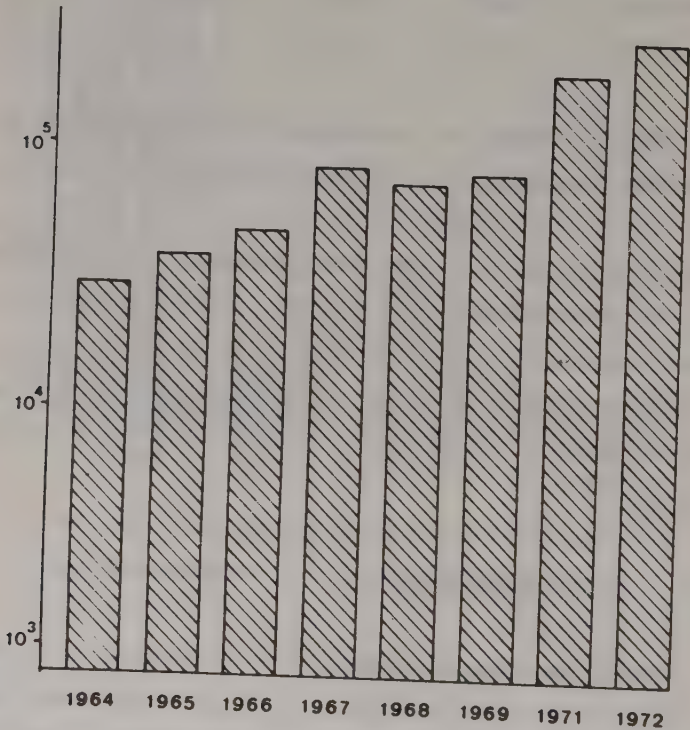


Abb.6 : Zahl der Untersuchungen

von 7,6%. Von 1967-69 bleibt die Zahl der Röntgenuntersuchungen relativ konstant. Die Ursache für diesen fehlenden Anstieg der Untersuchungszahlen ist darin zu suchen, daß Prof.G.Bodechtel die Leitung der Klinik abgab und übergangsweise eine kommissarische Klinikleitung eingesetzt wurde. Ab 1969, nachdem Prof.E.Buchborn Chef der 2.Medizinischen Klinik geworden war, steigen die Untersuchungszahlen wieder an. Der Gesamtzuwachs von 1969-72 beträgt 26%. Damit hat sich in den 8 Jahren, die diese Statistiken erfassen, die Untersuchungszahl um 64% vergrößert.

Die einzelnen Untersuchungszahlen, aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Untersuchungsarten und den Patientengruppen, zeigt Abb.7. Ich möchte an dieser Stelle nicht weiter darauf eingehen, da Abb.7 Grundlage für eine Reihe weiterer graphischer Darstellungen ist. Im Verhältnis zu den Gesamtuntersuchungen werden die beiden häufigsten Untersuchungsarten (Thorax und Durchleuchtungen) bei den ambulanten Patienten häufiger durchgeführt als bei den stationären. Sie betragen

	1971	1972
bei stationären Patienten	58,9%	59,0%
bei ambulanten Patienten	68,5%	59,7%

Weiterhin kann man die Gesamtzahl der verschiedenen Untersuchungen für alle Patientengruppen angeben (Abb.8).

Patientenstatus	Stationär		Chef		Ambulant		Gutachten	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972
Untersuchungsjahr	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972
Abdomen	227	343	21	46	30	28	8	7
Angio: Carotis	146	86	17	11	8	6	-	-
Niere	37	60	11	15	3	3	-	-
Extrem.	30	61	5	7	15	22	-	-
Stamm	56	57	8	14	6	9	-	1
Becken	178	208	18	22	26	22	6	6
Colon	261	279	81	82	37	42	-	2
Durchleuchtung	4704	5332	756	882	1007	852	70	85
Extremitäten	451	558	44	68	61	55	15	16
Galle	463	551	105	119	90	93	5	10
Gelenke	305	339	26	39	63	57	7	5
Magen	514	530	114	118	161	163	13	12
Magen-Dünndarm	189	228	69	74	40	44	2	4
Milz	76	68	3	7	-	2	-	1
Oesophagus	112	155	15	34	20	20	-	2
Pyelogramm	681	672	105	101	68	66	1	2
Schädel	936	859	67	84	132	149	14	18
Schädel spezial	495	450	48	75	64	75	17	5
Thorax	5270	5485	470	591	1467	897	105	104
Tomo: Hohlraum	156	126	20	17	15	11	4	3
Skelett	95	108	18	36	21	13	3	2
Weichteile	117	132	23	40	15	14	-	1
Schädel	144	150	13	18	39	20	-	1
Wirbelsäule	950	1115	183	213	200	252	42	33
Zähne	104	60	10	4	2	2	-	-
Besonderes	65	109	9	25	16	12	1	1
Summe	16762	18121	2259	2742	3606	2929	313	321

Abb.7 : Jährliche Untersuchungszahlen, aufgeschlüsselt
nach Untersuchungsarten und Patientengruppen

	1971	1972
Abdomen	286	424
Angio: Carotis	171	103
Niere	51	78
Extrem.	50	90
Stamm	70	81
Becken	228	258
Colon	379	405
Durchleuchtungen	6537	7151
Extremitäten	571	697
Galle	663	773
Gelenke	401	440
Magen	802	823
Magen-Dünndarm	300	350
Milz	79	78
Oesophagus	147	211
Pyelogramm	855	841
Schädel	1149	1110
Schädel spezial	624	605
Thorax	7312	7077
Tomo: Hohlraum	195	157
Skelett	137	159
Weichteile	155	187
Schädel	196	189
Wirbelsäule	1375	1613
Zähne	116	66
Besonderes	91	147
Summe	22940	24113

Abb.8 : Die jährlichen Untersuchungszahlen
für alle Patientengruppen zusammen

B Häufigkeit der Untersuchungsarten

Ordnet man die einzelnen Untersuchungsarten nach ihrer Häufigkeit an, so erhält man Abb.9a und b.

Aus den beiden Abbildungen läßt sich erkennen, daß die Thoraxuntersuchungen und Durchleuchtungen mit je etwa 30% weit an der Spitze stehen. Dann folgen die Wirbel-

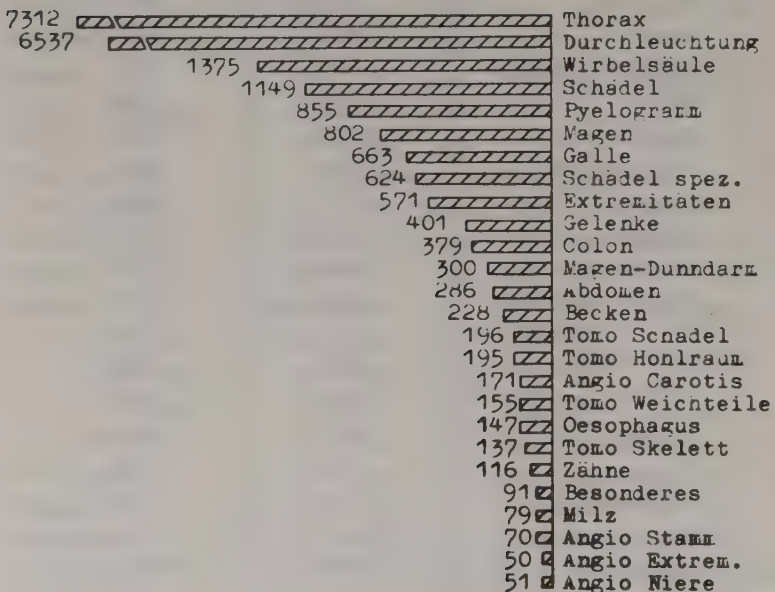


Abb.9a : Häufigkeit der Untersuchungsarten im Jahr 1971

säulenuntersuchungen (6,0%) und die Schädeluntersuchungen (5,0%), deren Häufigkeit sicher auch auf die ansteigende Zahl von Verkehrsunfällen zurückzuführen ist. Es folgen Pyelogramme (3,6%) und Magen- (3,5%) und Gallenuntersuchungen (3,0%) . Die Carotisangiographien sind viel häufiger als die übrigen Angiographien. Interessant ist, daß die Angiographien von Stamm, Extremitäten und Nieren je um durchschnittlich 50% angestiegen sind.

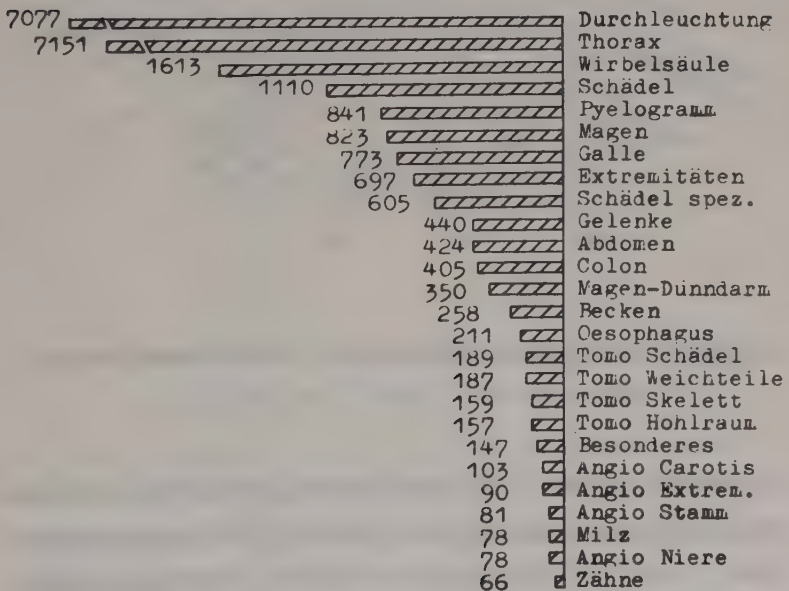


Abb.9b : Häufigkeit der Untersuchungsarten im Jahr 1972

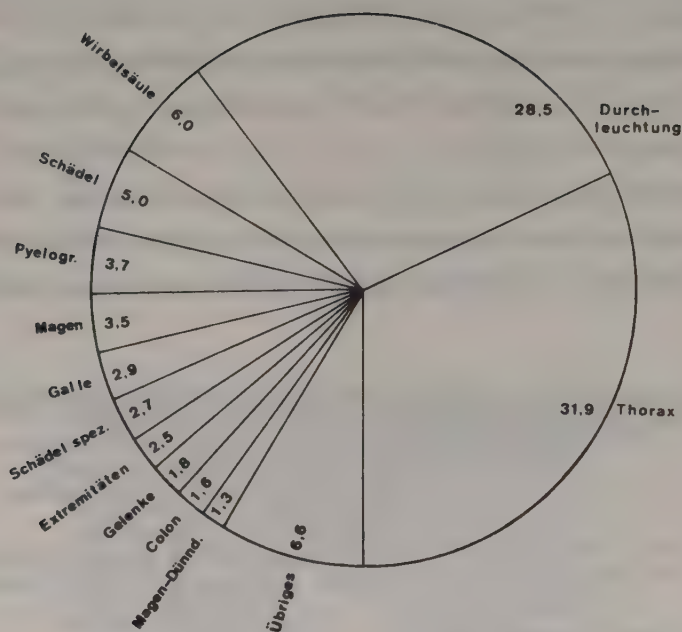


Abb.10a : Prozentualer Anteil der 12 häufigsten Untersuchungsarten (1971)

Vergleicht man Abb.10a und b so ist ersichtlich, daß sich der prozentuale Anteil der einzelnen Untersuchungsarten nicht wesentlich ändert. Das bedeutet, daß diese Zahlen bei der Planung einer Röntgenabteilung, z.B. bei der Auswahl von Geräten, benutzt werden können. Die 7 häufigsten Untersuchungsarten: Thorax, Durchleuchtung, Wirbelsäule,

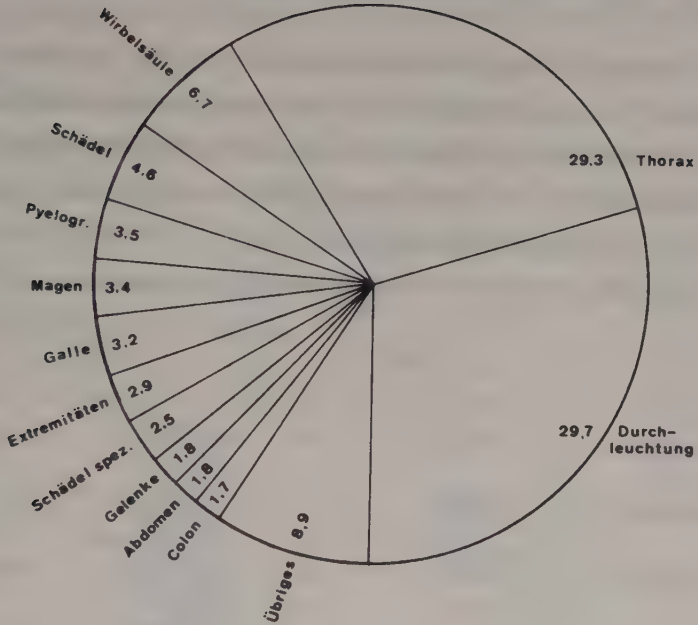


Abb.10b : Prozentualer Anteil der 12 häufigsten Untersuchungsarten (1972)

Schädel, Pyelogramme, Magen und Galle, stellen 80% aller Untersuchungen dar, während die übrigen 19 Untersuchungsarten durchschnittlich je 1% ausmachen.

C Die Gruppen der Untersuchungsarten

Um einen besseren Überblick über die Verteilung der einzelnen Untersuchungsarten zu bekommen, werden alle Einzeluntersuchungen in vier große Gruppen zusammengefaßt. Man unterscheidet die Gruppen der Skelett-, Weichteil-, Funktions- und Gefäßuntersuchungen.

Übersicht über die Gesamtzahl der Untersuchungen :

	1971		1972	
Skelett	4805	21,0%	5135	21,3%
Weichteile	14647	64,0%	15223	63,1%
Funktion	3146	13,6%	3403	14,1%
Gefäße	342	1,4%	351	1,5%
Summe	22940	100,0%	24113	100,0%

Zu den Skelettuntersuchungen zählen folgende Untersuchungstypen: Wirbelsäule, Schädel, Schädel spezial, Extremitäten, Becken, Gelenke, Zähne und 50% der Tomogramme. Die Weichteiluntersuchungen umfassen: Durchleuchtungen, Thorax-, Abdomen-, Milz- und besondere Untersuchungen, sowie 50% der Tomogramme. Zu den Funktionsuntersuchungen rechnet man die Untersuchungen von Magen-Dünndarm, Galle,

Colon, Oesophagus und die Pyelogramme. In die Gruppe der Gefäßuntersuchungen fallen die Carotis-, Nieren-, Extremitätenangiographien und die Angiographien des Stammes. Der prozentuale Anteil der Untersuchungsgruppen ist ziemlich konstant. Da ein gleichbleibender Prozentsatz an Skelett-, Weichteil-, Funktions- und Gefäßuntersuchungen durchgeführt wird, lassen sich aus den einzelnen Anteilen Rückschlüsse auf die Auslastung verschiedener Geräte und spezieller Räume ziehen.

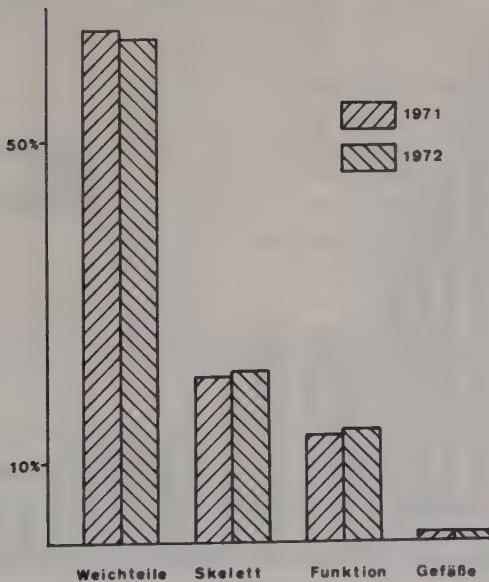


Abb.11 : Prozentualer Anteil der Untersuchungsgruppen

1. Die Gruppe der Skelettuntersuchungen

Die Skelettuntersuchungen stiegen von 21,0% (1971) auf 21,3% (1972) der Gesamtuntersuchungen an. Die Zunahme in den 8 Jahren von 1964-72 beträgt 44,4%. Innerhalb der Gruppe stehen die Wirbelsäulenaufnahmen mit etwa 30% an der Spitze. Es folgen die Schädelaufnahmen mit durchschnittlich 23%. Zählt man allerdings die speziellen Schädeluntersuchungen dazu, so erhält man für die Gesamtschädeluntersuchungen einen Anteil von 35%, der noch über den

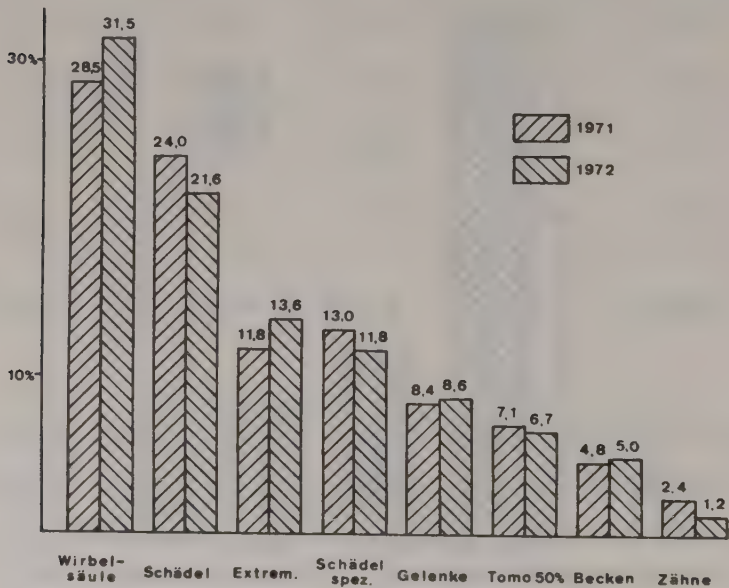


Abb.12 : Prozentuale Anteile der Skelettuntersuchungen

Wirbelsäulenuntersuchungen liegt. Außer den Wirbelsäulenaufnahmen nehmen auch die Extremitätenaufnahmen auffallend zu.

Anteil der einzelnen Untersuchungen an den Skelettuntersuchungen :

	1971		1972	
Wirbelsäule	1375	28,5%	1613	31,5%
Schädel	1149	24,0%	1110	21,6%
Extremitäten	571	11,8%	697	13,6%
Schädel spez.	624	13,0%	605	11,8%
Gelenke	401	8,4%	440	8,6%
Tomo 50%	341	7,1%	346	6,7%
Becken	228	4,8%	258	5,0%
Zähne	116	2,4%	66	1,2%
Summe	4805	100,0%	5135	100,0%

2. Die Gruppe der Weichteiluntersuchungen

Die Weichteiluntersuchungen stellen den größten Anteil der Gesamtuntersuchungen dar. Sie sanken von 64,0% (1971) auf 63,1% (1972) ab. Thoraxuntersuchungen und Durchleuchtungen sind mit Abstand die häufigsten Untersuchungen in dieser Gruppe. Sie machen zusammen etwa 94% aller Weichteiluntersuchungen aus. Die restlichen 6% verteilen sich auf die übrigen Untersuchungen. Die Zunahme von 1964-72 war 71,2%.

Anteil der einzelnen Untersuchungen an den Weichteil-
untersuchungen :

	1971		1972	
Thorax	7312	50,0%	7077	46,4%
Durchleuchtung	6537	44,5%	7151	47,0%
Tomo 50%	342	2,4%	346	2,3%
Abdomen	286	1,9%	424	2,8%
Besonderes	91	0,6%	147	0,9%
Milz	79	0,6%	78	0,6%
Summe	14647	100,0%	15223	100,0%

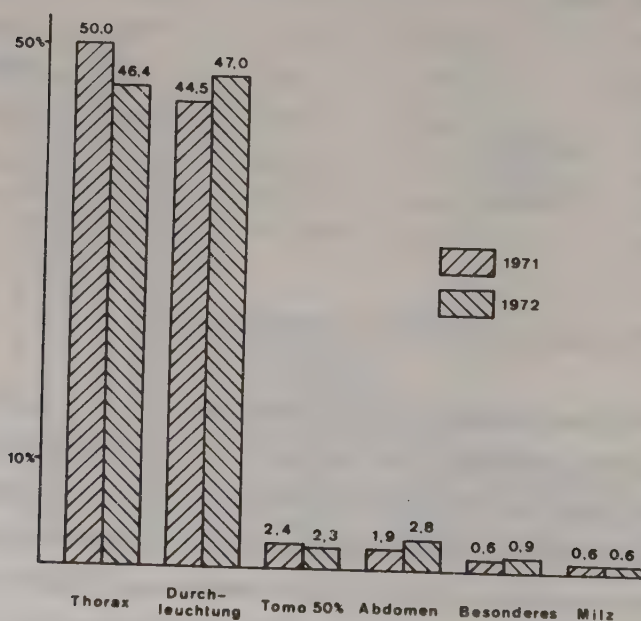


Abb.13: Prozentuale Anteile der Weichteiluntersuchungen

3. Die Gruppe der Funktionsuntersuchungen

Die Funktionsuntersuchungen stiegen von 13,6% (1971) auf 14,1% (1972) und hatten damit die größte Zuwachsrate der Untersuchungsgruppen. Sie stiegen von 1964-72 um 76,0% an und zeigen auch über 8 Jahre verteilt die größte Zuwachsrate. Die Magen-Dünndarmuntersuchungen stellen die häufigste Untersuchungsart mit 35% dar. Dann folgen die Pyelogramme mit etwa 26%. Galle-, Colon- und Oesophagusuntersuchungen bilden den Rest der Funktionsuntersuchungen. Der prozentuale Anteil der einzelnen Untersuchungen bleibt etwa gleich.

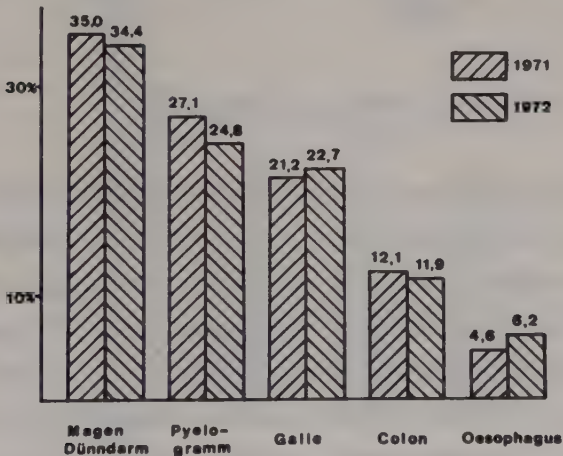


Abb.14 : Prozentuale Anteile der Funktionsuntersuchungen

Anteil der einzelnen Untersuchungen an den Funktions-
untersuchungen :

	1971		1972	
Magen-Dünndarm	1102	35,0%	1173	34,4%
Galle	663	21,2%	773	22,7%
Colon	379	12,1%	405	11,9%
Oesophagus	147	4,6%	211	6,2%
Pyelogramm	855	27,1%	841	24,8%
Summe	3146	100 %	3403	100 %

4. Die Gruppe der Gefäßuntersuchungen

Die Gefäßuntersuchungen sind die Gruppe mit dem größten Arbeitsaufwand und den kompliziertesten Untersuchungen. Sie nehmen den geringsten Anteil der Gesamtuntersuchungen ein, sind aber die leistungsintensivste Gruppe. Sie beanspruchen, trotz ihrer geringen Zahl, einen beträchtlichen Anteil der Arbeitszeit. Man findet einen Anstieg von 1,4% (1971) auf 1,5% (1972) . Im Zeitraum von 8 Jahren (1964-72) stiegen die Gefäßuntersuchungen um 17% an.

Anteil der einzelnen Untersuchungen an den Gefäßunter-
suchungen :

	1971		1972	
Carotis	171	50,0%	103	29,3%
Niere	51	14,9%	78	22,1%
Extremitäten	50	14,6%	90	25,6%
Stamm	70	20,5%	81	23,0%
Summe	342	100 %	352	100 %

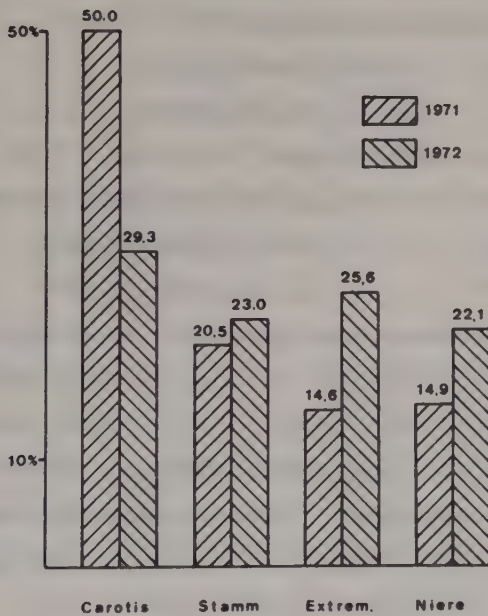


Abb.15 : Prozentuale Anteile der Gefäßuntersuchungen

D Zusammenhang zwischen Klinikstruktur und Untersuchungszahlen

Die Zunahme der Untersuchungszahlen ist ein wichtiger Faktor für die Planung einer Röntgenabteilung. Sie ist ein Maß für die "projected workload" , d.h. die Untersuchungszahlen, die in Zukunft zu erwarten sind und mit denen man planen muß.

1. Die Gesamtzahl der Untersuchungen in der Röntgenabteilung der 2.Medizinischen Klinik war:

1971	22940	Untersuchungen
1972	24113	Untersuchungen

Der Zuwachs an Untersuchungen betrug damit 5,1%.

Das entspricht bei 4 Diagnostikräumen der Abteilung:

1971	5735	Untersuchungen/Raum
1972	6028	Untersuchungen/Raum

Diese Zahlen stimmen recht genau mit dem überein was W.G.Terry und J.W.McLaren (12) angeben: 6000 Untersuchungen pro Raum und Jahr. Natürlich sind das nur Durchschnittszahlen, da manche Räume weniger benützt werden (Spezialuntersuchungen), während andere eine hohe Durchgangsfrequenz aufweisen (z.B. Thoraxuntersuchungen).

2. Um diese Zahlen mit anderen Kliniken von unterschiedlicher Größe vergleichen zu können, berechnet man die

Untersuchungszahl für stationäre, Chef- und Gutachtenpatienten pro Bett und Jahr. Die Bettenzahl der 2. Medizinischen Klinik beträgt 229.

1971	84,4	Untersuchungen/Bett und Jahr
1972	92,5	Untersuchungen/Bett und Jahr

3. Pro Bett und Monat ergeben sich:

1971	7,03	Untersuchungen
1972	7,70	Untersuchungen

4. Pro Bett und Arbeitstag entfallen damit:

1971	0,351	Untersuchungen
1972	0,385	Untersuchungen

5. Die Anzahl der Untersuchungen pro Röntgenpatient stieg
von 1971 1,97
auf 1972 2,24

Es werden also mehr Untersuchungen pro Röntgenpatient ausgeführt.

6. Die Anzahl der Untersuchungen pro Arbeitstag betrug bei 240 Arbeitstagen:

1971	95,6	Untersuchungen/Tag
1972	100,2	Untersuchungen/Tag

1964 wurden noch 62 Untersuchungen pro Arbeitstag durchgeführt. Das entspricht einer Steigerung von 61,6%.

7. Die Klinikstruktur ist durch die Bettenbelegzahl und die prozentuale Bettenbelegung charakterisiert. Die Bettenbelegtage berechnen sich aus: Bettenzahl x prozentuale Bettenbelegung x 365. Die Bettenbelegung betrug:

1971 94,29% (79164)

1972 87,87% (73994)

Der Durchschnitt in der BRD liegt bei 95% (9). Die niedrige Bettenbelegung 1972 entstand, weil einige Räume aus bautechnischen Gründen geschlossen werden mußten.

Die durchschnittliche Verweildauer der Patienten betrug:

1971 19,98 Tage

1972 19,17 Tage

Das liegt unter dem bundesdeutschen Durchschnitt von 23 Tagen.

8. Die Gesamtzahl der Untersuchungen pro Bettentag betrug:

1971 0,289

1972 0,326

Für die Untersuchungen an stationären, Chef- und Gutachtenpatienten pro Bettentag ergibt sich:

1971 0,244

1972 0,286

9. Zusätzlich wurden in der nuklearmedizinischen Abteilung der 2. Medizinischen Klinik folgende Untersuchungen durchgeführt :

	1971	1972
Hirnszintigramme	887	856
Lungenszintigramme	178	226
HDB und MDB	263	172
sonstige Untersuchungen	200	250
Summe	1528	1504

HDB = Hirndurchblutung

MDB = Muskeldurchblutung

3.3.3 Leistungsfrequenz

Eine Röntgenleistung beinhaltet alle Einzelaufnahmen, die für eine Untersuchung notwendig sind. Im Durchschnitt entfallen 4 Leistungen auf eine Untersuchung. Die Gesamtzahl der Leistungen ist die Summe aus den Einzelleistungen. Die Einzelleistungen ergeben sich aus den Untersuchungszahlen und den Leistungseinheiten.

Die Leistungen haben sich von 1964-72 um insgesamt 65% gesteigert. Dabei erhöhte sich die Zahl der Leistungen von 1968-72 nur geringfügig; die Grenze der Leistungsfähigkeit der Röntgenabteilung in ihrer jetzigen Form ist erreicht. Eine weitere Steigerung der Gesamtleistungszahl wäre nur durch eine Steigerung der einfachen Aufnahmen und Durchleuchtungen möglich und zwar auf Kosten der arbeitsintensiven Spezialuntersuchungen.

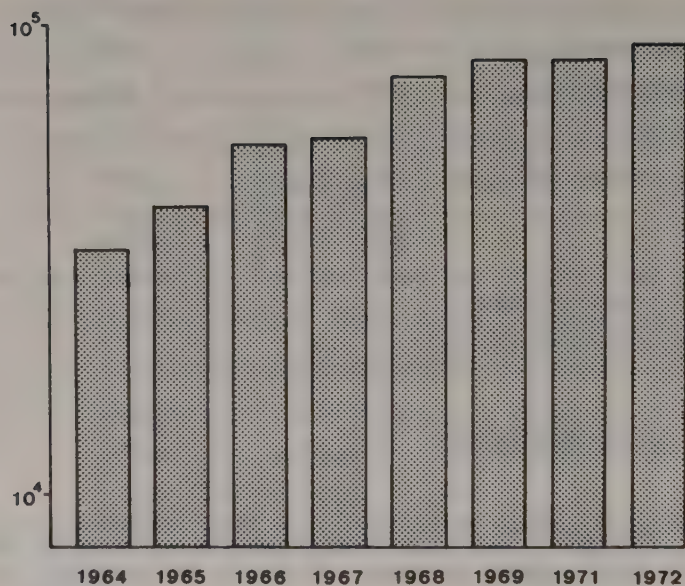


Abb.16 : Zahl der Leistungen

Die Aufteilung der Leistungen nach Patientengruppen sieht folgendermaßen aus :

	1971		1972	
stationär	67450	72,5%	70856	73,6%
Chef	10736	11,5%	12416	13,0%
ambulant	14039	15,0%	11688	12,2%
Gutachten	965	1,0%	1086	1,2%
Summe	93190	100 %	96046	100 %

Der Hauptanteil der Leistungen fällt auf die stationären Patienten (73%). Zusammen mit den Chefpatienten haben sie einen Anteil von 85% an den Gesamtleistungen. Die Röntgenabteilung der 2.Medizinischen Klinik muß also vorwiegend auf die Untersuchung von stationären Patienten eingerichtet sein. Ein verhältnismäßig kleiner und konstanter Anteil verteilt sich auf die Leistungen für ambulante Patienten und Gutachtensfälle.

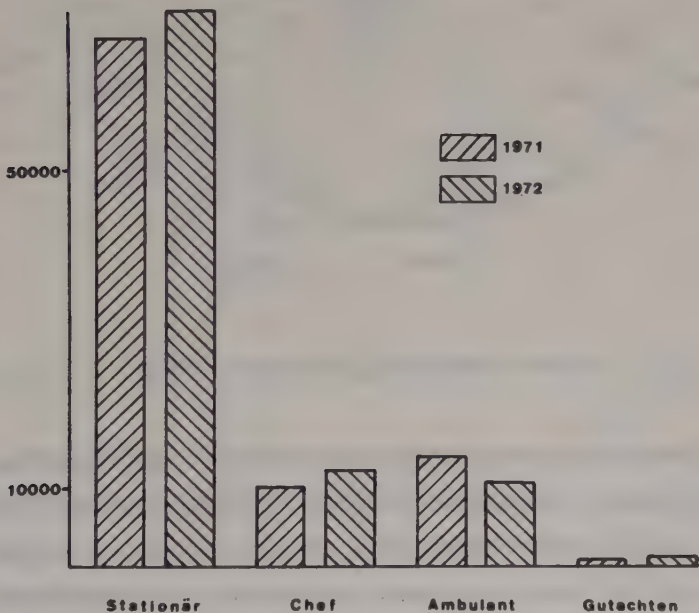


Abb.17 : Leistungszahlen für die Patientengruppen

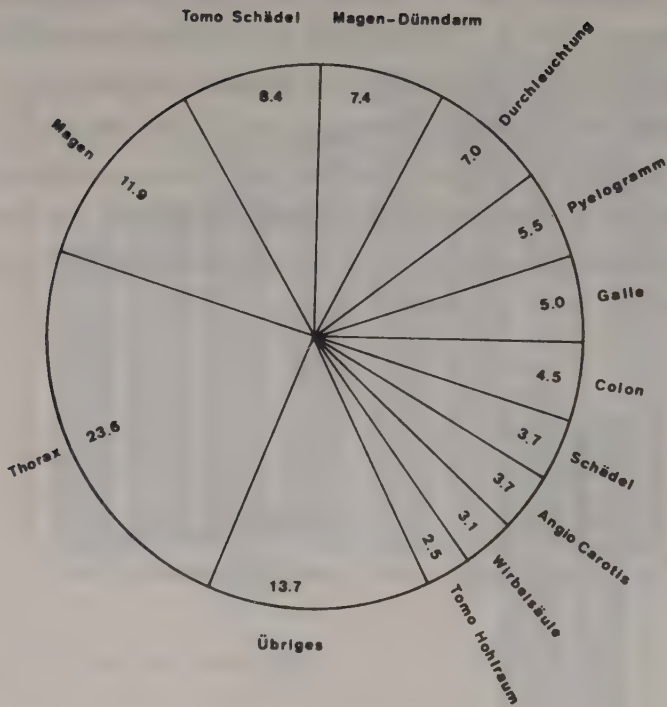


Abb.18a : Die 12 häufigsten Leistungen 1971

Die Thoraxuntersuchungen liegen auf Grund ihrer großen Zahl auch bei den Leistungen an der Spitze. An zweiter Stelle folgen die Magen-aufnahmen, die weniger wegen ihrer großen Anzahl als wegen des hohen Leistungsfaktors (14) einen entscheidenden Anteil der Gesamtleistungen ausmachen. An dritter und vierter Stelle kommen die Magen-Dünndarm-aufnahmen (8%) mit einem Leistungsfak-

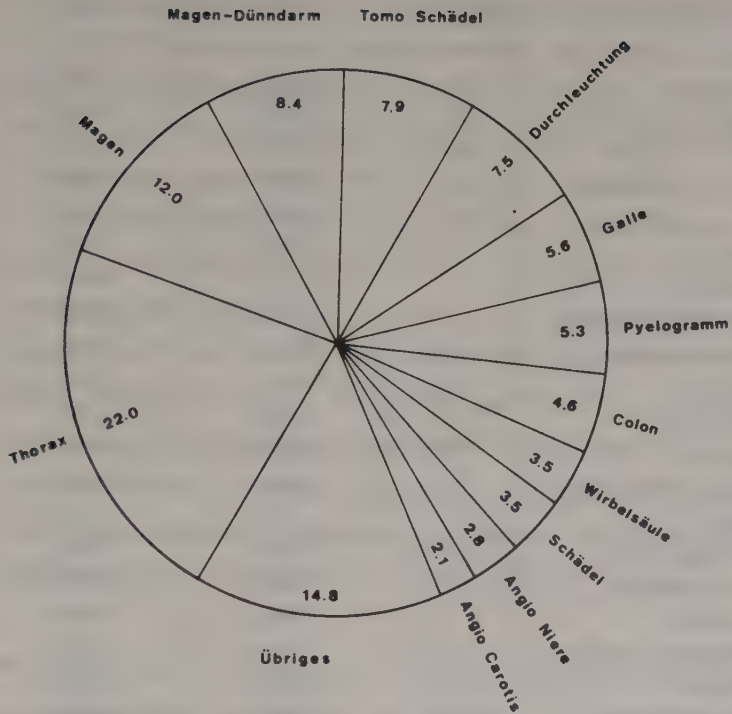


Abb.18b : Die 12 häufigsten Leistungen 1972

tor von 23 und die Schädel-Tomogramme (8,2%) mit einem Leistungsfaktor von 40. Bei den häufigsten Leistungen findet man also außer den oft durchgeführten Thoraxuntersuchungen und Durchleuchtungen, besonders die leistungsinintensiven Untersuchungsarten mit einem hohen Leistungsfaktor.

	Einheit	1971	1972
Abdomen	2	572	848
Angio: Carotis	20	3420	2060
Niere	34	1734	2652
Extrem.	10	500	900
Stamm	15	1050	1215
Becken	1	228	258
Colon	11	4169	4455
Durchleuchtung	1	6537	7151
Extremitäten	2	1142	1394
Galle	7	4641	5411
Gelenke	2	802	880
Magen	14	11228	11522
Magen-Dünndarm	23	6900	8050
Milz	1	79	78
Oesophagus	4	588	844
Pyelogramm	6	5130	5046
Schädel	3	3447	3330
Schädel spezial	2,2	1373	1331
Thorax	3	21936	21231
Tomo: Hohlraum	12	2340	1884
Skelett	8	1096	1272
Weichteile	8	1240	1496
Schädel	40	7840	7560
Wirbelsäule	2,1	2887	3387
Zähne	16	1856	1056
Besonderes	5	455	735
Summe		93190	96046

Abb.19 : Die Leistungszahlen und -faktoren für die
einzelnen Untersuchungsarten

E Der Arbeitsaufwand für die einzelnen Untersuchungen

Der Arbeitsaufwand kann sehr verschieden sein. Da die Arbeit als Leistung mal Zeit definiert ist, hängt der Arbeitsaufwand einerseits von der Zahl der Leistungen ab, die pro Untersuchung ausgeführt werden müssen, andererseits von der dazu benötigten Zeit. Komplizierte Spezialuntersuchungen benötigen bis zu 40 Aufnahmen und nehmen deshalb auch viel Zeit in Anspruch. Für den Zeitfaktor spielt auch eine Rolle, ob der Patient gehfähig oder bettlägrig ist und sorgfältig umgelagert und überwacht werden muß. Durchschnittlich kann man für stationäre Patienten einen größeren Zeitaufwand und damit auch Arbeitsaufwand annehmen als für ambulante Patienten.

Man kann folgende Übersicht der Verteilung des Arbeitsaufwandes angeben (Werte aus der Literatur (1) in Klammern):

	Leistung pro Untersuchung	Zeit pro Untersuchung	% der Gesamt- leistungen
Durchleuchtung	1,0 (1,0)	4min. (3)	13,7% (17)
Aufnahme	1,77 (1,75)	8min. (9)	44,0% (60)
Durchleuchtung+ Aufnahme	13,4 (7,5)	16min. (10)	27,8% (16)
spez. Röntgen- untersuchungen	12,6 (4,0)	50min. (30)	15,0% (7)

Bei der Zeit pro Untersuchung ist nur die durchschnittliche, reine Untersuchungszeit gemeint. Für den Leistungsfaktor der speziellen Röntgenuntersuchungen ergibt sich in der Literatur (1) ein kleinerer Wert, weil dort keine Angiographien dazugerechnet wurden. Der Leistungs- und Zeitaufwand für die einzelnen Untersuchungsarten wird aus folgender Tabelle ersichtlich :

Untersuchungsart	Zeit/Unters.	Leist./Unters.	Gesamtzeit(5)
Thorax	2-4 min.	3	15 min.
Abdomen	3	2	
Becken	3-4	1	
Wirbelsäule	3-5	2,1	30
Schädel	4-5	3	45
Durchleuchtung	4-5	1	
Extremitäten	5	2	
Milz	3-6	1	
Oesophagus	3-8	4	
Gelenke	5-10	2	
Schädel spez.	5-10	2,2	
Zähne	5-20	16	
Magen-Dünndarm	15-20	23	30
Galle	6x4	7	
Colon	20-30	11	
Tomogramme	30-35	17	
Pyelogramme	30-40	6	70
Angiographien	60-120	20	

Die Leistungszahlen sind eine sehr genaue Grundlage für die Planung von Röntgenanlagen, da sie außer den Untersuchungszahlen auch noch den Arbeitsaufwand für die einzelnen Untersuchungsarten widerspiegelt.

1. Die Gesamtleistungszahl war:

1971	93190
1972	96046

Der Anstieg betrug nur 3,06%. Das ist ein Zeichen dafür, daß die Grenze der Leistungsfähigkeit der Röntgenabteilung in der jetzigen organisatorischen und baulichen Form erreicht ist.

Berechnet man die Leistungszahl pro Monat und Raum, so ergeben sich fast doppelt so große Werte wie in der Literatur angegeben werden (10) :

1971	1941,5 Leistungen/Monat und Raum
1972	2001,0 Leistungen/Monat und Raum

Literatur (10) : 1000 Leistungen/Monat und Raum.

Auch das ist ein Hinweis darauf, daß die Grenze der Leistungsfähigkeit erreicht ist.

2. Die Zahl der Leistungen pro Röntgenpatient steigt von:

1971	8,02 auf
1972	8,92 an.

Dieser Anstieg ist auf das Anwachsen der Zahl der Untersuchungen pro Röntgenpatient zurückzuführen.

3. Die Berechnung der Leistungen pro Bett und Jahr für die stationären, Chef- und Gutachtenpatienten ergibt:

1971 345,6 Leistungen/Bett und Jahr

1972 368,4 Leistungen/Bett und Jahr

Das entspricht einem jährlichen Zuwachs von 6,6%.

Die Bettenzahl der 2. Medizinischen Klinik ist 229.

4. Pro Monat und Bett sind das :

1971 28,8 Leistungen

1972 30,7 Leistungen

Damit liegen die Leistungen der Röntgenabteilung der 2. Medizinischen Klinik über den Leistungszahlen, die für deutsche Universitätskliniken angegeben werden (1) : durchschnittlich 23 (19-26) Leistungen pro Bett und Monat

5. Die Leistungen pro Bett und Arbeitstag, bei 240 Arbeitstagen, sind :

1971 1,44 Leistungen

1972 1,53 Leistungen

6. Wichtig ist auch die Zahl der Leistungen pro Untersuchung, da jede einzelne Untersuchung mehrere Leistungen erfordern kann.

1971 4,06 Leistungen/Untersuchung

1972 3,98 Leistungen/Untersuchung

Man kann also mit durchschnittlich 4 Leistungen pro Unter-

suchung rechnen.

7. Pro Arbeitstag entfielen :

1971	388,3 Leistungen/Arbeitstag
1972	400,2 Leistungen/Arbeitstag

8. Für jeden Patienten wurden pro Bettentag folgende Leistungen durchgeführt :

1971	1,18 Leistungen/Bettentag
1972	1,30 Leistungen/Bettentag

Für stationäre, Chef- und Gutachtenpatienten errechneten sich

1971	0,99 Leistungen/Bettentag
1972	1,14 Leistungen/Bettentag

9. Zusätzlich wurden in der nuklearmedizinischen Abteilung folgende Leistungen erbracht :

	Einheit	1971	1972
Hirnszintigramme	3,2	2838	2739
Lungenszintigramme	1,0	178	228
HDB + MDB	2,3	605	396
Sonstiges	1,5	300	375
Summe		3921	3738

HDB = Hirndurchblutung

MDB = Muskeldurchblutung

Die nuklearmedizinischen Leistungen stellen eine zusätzliche Leistungszahl im Rahmen der Röntgenabteilung dar.

3.3.4 Die Filmfrequenz

Der Verbrauch von Röntgenfilmen ist nicht mit der Zahl der Leistungen identisch, wohl aber von ihr abhängig. Es können mehrere Einzelleistungen auf einem Röntgenfilm festgehalten werden. Berechnet man die durchschnittliche Anzahl der Einzelleistungen pro Röntgenfilm, so ergeben sich :

1971 2,15 Leistungen/Röntgenfilm

1972 2,08 Leistungen/Röntgenfilm

Der leichte Rückgang bedeutet, daß der Filmanstieg größer war als der Leistungsanstieg.

Den Anteil der einzelnen Filmgrößen am Gesamtfilmverbrauch zeigt folgende Tabelle und Abb.20 :

Filmformat	1971	1972
13/18	1618	1784
18/24	10453	11216
15/40	607	824
20/40	1266	1576
24/30	14224	14220
30/40	4982	5218
35/35	9159	10783
20/90	78	28
20/95	4	-
20/96	7	5
Zahnaufnahmen	828	423

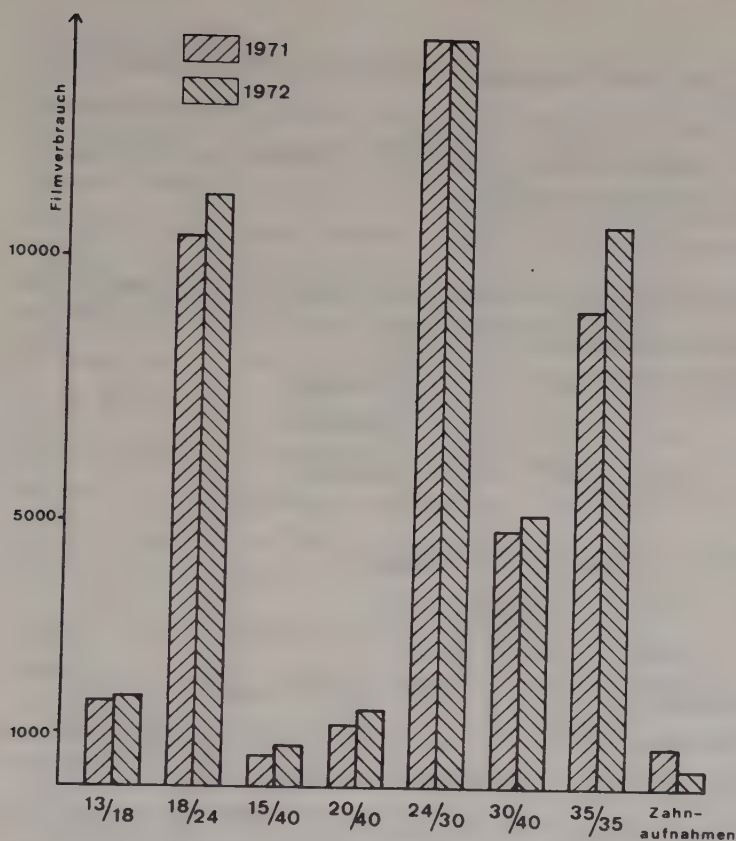


Abb.20 : Anteil der Filmformate am Gesamtfilmverbrauch

Man kann deutlich erkennen, daß die Formate 18/30, 24/30 und 35/35 mit Abstand die am häufigsten gebrauchten Filmgrößen sind. Die meiste Verwendung findet das Format 24/30 , da es für fast alle einfachen Röntgenaufnahmen (die etwa 44% der gesamten Aufnahmen darstellen) benützt

wird. Die zweit häufigste Filmgröße ist das Format 18/24; dann folgt das Format 35/35. Die übrigen Formate stellen einen verhältnismäßig kleinen und konstanten Anteil am Gesamtfilmverbrauch dar.

Es läßt sich also eindeutig ein Trend zu den Formaten für die Serienaufnahmen feststellen :

Format	24/30	für	4 + 2	er Aufnahmen
	18/24	für	4 + 2	er Aufnahmen
	35/35	für	3	er Aufnahmen

Der Gesamtfilmverbrauch betrug :

1971	43226	Filme
1972	46077	Filme

Das entspricht einer Zunahme von 6,5% von 1971-1972.

Im Zeitraum von 1964-72 ergibt sich ein Gesamtzuwachs von 26,9%, was einen durchschnittlichen, jährlichen Zuwachs von 3,4% bedeutet. In USA wird eine jährliche Zunahme des Röntgenfilmverbrauchs von etwa 5,4% (7) angegeben.

4 Zusammenfassung

Als Zusammenfassung des Verlaufes der Statistik in den Jahren 1964-1972 möchte ich eine Übersichtstabelle angeben. In ihr sind noch einmal alle wichtigen Faktoren aufgeführt, die für die Planung einer Röntgenabteilung unerlässlich sind. Der jeweilige prozentuale Zuwachs in den 8 Jahren ist in der 3. Spalte zu finden, der durchschnittliche Zuwachs pro Jahr in der 4. Spalte.

Nur mit Hilfe der Anstiegsraten von Patienten-, Untersuchungs- und Leistungszahlen kann man den Arbeitsanfall für eine zukünftige Röntgendiagnostikabteilung voraussagen. Auf diese Zahlen aufbauend kann man dann Größe, Organisation und Raumgruppierungen sinnvoll planen, wie im ersten Teil dieser Arbeit genauer ausgeführt wurde. Man sollte immer bestrebt sein, den Betriebsablauf in einer Röntgenabteilung (von der Patientenadministration zur Archivierung) so weit wie möglich zu rationalisieren. Hierfür stehen die modernsten technischen Hilfsmittel zur Verfügung. Nur so kann man die Flut von neuen Aufgaben bewältigen und eine flexible Röntgenabteilung der Zukunft planen.

Es wäre sehr wünschenswert, wenn auch an anders strukturierten Kliniken ähnliche Untersuchungen durchgeführt würden, da diese Statistik eben doch sehr begrenzt auf die 2. Medizinische Klinik zugeschnitten ist.

	1964	1972	% Zu- wachs	Ø Zuwachs pro Jahr
<u>1. Patientendaten</u>				
Patientenzahl	8453	10762	27,3%	3,40%
Bettenbelegtage	82807	73994	-10,6%	-1,32%
% Bettenbelegung	94,37%	87,87%	- 6,5%	-0,81%
Verweildauer	19,70	19,17	- 2,7%	-0,34%
<u>2. Patientenstatus für Untersuchungen</u>				
stationär	11752	18121	52,2%	6,70%
Chef	2111	2742	29,9%	3,74%
ambulant	73	2929	3912 %	489,0%
Gutachten	745	321	-56,9%	-7,10%
<u>Patientenstatus für Leistungen</u>				
stationär+Chef	49880	83272	66,9%	8,36%
ambulant	209	11688	5492 %	686,0%
Gutachten	2509	1086	-56,7%	-7,09%
<u>3. Untersuchungen</u>				
Untersuchungszahl	14680	24113	64,2%	8,02%
U./Patient	1,7	2,24	31,8%	3,97%
U./Bett und Jahr	57,7	92,50	60,3%	7,54%
U./Arbeitstag	62,0	100,5	62,1%	7,79%
U./Bettentag	0,16	0,326	103,8%	12,97%
<u>4. Untersuchungsarten</u>				
Skelett	3555	5135	44,4%	5,55%
Weichteil	8892	15223	71,2%	8,90%

	1964	1972	% Zu- wachs	Ø Zuwachs pro Jahr
Funktion	1933	3403	76,0%	9,50%
Gefäße	300	351	17,0%	2,12%
<u>5. Leistungen</u>				
Leistungszahl	58648	96046	63,8%	7,97%
L./Patient	6,93	8,92	28,7%	3,59%
L./Bett und Jahr	243,2	368,4	51,5%	6,44%
L./Arbeitstag	244,3	400,2	63,8%	7,97%
L./Bettentag	0,70	1,30	88,8%	11,10%
Leist./Unters.	3,99	3,98	-0,25%	-0,03%
<u>6. Leistungsgruppen</u>				
Durchleuchtung	15,0%	13,7%	- 1,3%	-0,16%
Aufnahme	69,0%	44,0%	-25,0%	-3,12%
Durchl.+Ziel	9,0%	27,8%	18,8%	2,35%
Spezialaufnahmen	7,0%	15,0%	8,0%	1,00%
<u>7. Filmfrequenz</u>				
Leistungen/Film	1,40	2,08	48,6%	6,07%
Filmverbrauch	36321	46077	26,9%	3,36%
Format 13/18	2460	1784	-27,5%	-3,44%
18/24	10095	11216	11,1%	1,40%
15/40	915	824	- 9,9%	-1,24%
20/40	24	1576	646,6%	80,80%
24/30	12966	14220	9,7%	1,21%
30/40	3579	5218	45,8%	5,75%
35/35	6282	10783	71,6%	8,95%

LITERATURVERZEICHNIS

1. BETZ, F. u. Planung medizinisch-radiologischer
G.v.STROMBERG Betriebe (Teil I)
Das Krankenhaus, 60, 386-397 (1968)
2. BETZ, F. u. Planung medizinisch-radiologischer
G.v.STROMBERG Betriebe (Teil III)
Das Krankenhaus, 61, 183-195 (1969)
3. CADMUS, R.R. Efficient layout of the radiology
 department.
Hospital planning today, 40, 63-70
(1966)
4. CONRAD, H., W. KRASKE Grundkonzeption und Dimensionierung
u. F. WINTER von Röntgen-Diagnostikabteilungen
 in allgemeinen Krankenhäusern.
Röntgenstrahlen, 17, 3-9 (1967)
5. COPESTAKE, G.G. Planning large x-ray departments.
 Canadian hospital, 44, 37-40 (1967)
6. DOCKRAY, K.T. Timed work steps during diagnostic
 radiography.
Radiology, 91, 497-500 (1968)

7. FISCHER, H.W. Die Übermittlung radiologischer Information.
Röntgendiagnostik I, 88-102
Bern 1971
8. GRUPP, U. Statistische Frequenzanalyse für die Basisplanung röntgenologischer Abteilungen. Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Universität München, (1970)
9. MÜLLER, C.H.F. Hinweise für die Planung radiologischer Abteilungen im Krankenhaus. Röntgentechnische Mitteilungen, 3, 3-13 (1966)
10. OSWALD, H. u. G.v.STROMBERG Planungsrichtwerte medizinischer Strahlenabteilungen I
SRW-Nachrichten, 25, 22-24 (1965)
11. STROMBERG, G.v. Definition einer leistungsfähigen Strahlenabteilung und Gedanken zum Standard-Röntgenraum.
Medita, 3, 22-29 (1973)

12. TERRY, W.G. u. J.W. McLAREN ~~Planning~~ a diagnostic radiology department.
1-65, London 1973
13. WÄSSLE, G. Statistische Untersuchungen zur Planung von Röntgenabteilungen.
Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Universität München, (1973)
14. WESTMAN, C.E. Planning of new diagnostic departments.
British Journal of Radiology, 35, 265-268, (1962)

6 Lebenslauf

Am 20.6.1949 wurde ich, Ulrike Barbara Gasteiger, geb. Dehmel, als Tochter des Dipl. Handelslehrers Hans Dehmel und seiner Frau Hilde Dehmel, geb. Sommer, in Nürnberg geboren. Im September 1955 kam ich in die Friedrich-Rückert-Volksschule in Erlangen und wechselte 1957 in die Gebele-Volksschule in München über. Im Herbst 1959 trat ich in das städtische St. Anna-Gymnasium ein, das ich im Juli 1968 mit der Reifeprüfung verließ. Im Wintersemester 1968/69 begann ich das Studium der Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München, wo ich im Oktober 1969 das Vorphysikum und im April 1971 das Physikum bestand. Im Sommersemester 1972 wurde ich vom Studium beurlaubt, nachdem mein Mann ein Stipendium an der University of California, Berkeley erhalten hatte. Während dieser Zeit famulierte ich im Children's Hospital Medical Center in Oakland, Cal. 1973 war ich unter Anleitung von Herrn Dr. J. Klemm Doktorandin in der Röntgenabteilung der 2. Medizinischen Klinik. Im Dezember 1974 werde ich mein Staatsexamen abgeschlossen haben.

